**板式楼梯计算**

一、基本资料:

|  |  |
| --- | --- |
| 工程名称: 工程一  工程项目: 项目一  楼梯编号: 板式楼梯1  是否考虑人防荷载: 是  楼梯类型: ＿╱￣型  支座型式: 两端弹性  踏步宽度*a*(mm): 280  踏步高度*d*(mm): 150  踏步数*n*: 8  梯段水平长度*L*(mm): 2240  *A*端折板长度*L*1(mm): 1500  *B*端折板长度*L*2(mm): 1500  梯段总高度*H*(mm): 1350  梯段板厚度*t*(mm): 120  梯段板宽度*B*(mm): 1200  *A*端支座宽度*bA*(mm): 200  *B*端支座宽度*bB*(mm): 200  楼梯保护层厚度*c*(mm): 15  弹性支座/按固定计算的支座: 0.75  弹性跨中/两端简支计算的跨中: 0.80  楼梯活荷载标准值*q*(kN/m2): 3.5  两侧栏板(杆)总线荷载标准值*g*(kN/m): 0.5  楼梯面层厚度*t*1(mm): 30  楼梯面层容重*r*1(kN/m3): 22  楼梯底面抹灰厚度*t*2(mm): 20  楼梯底面抹灰容重*r*2(kN/m3): 18  板面等效静荷载标准值*qe*1(kN/m2): 60  板底等效静荷载标准值*qe*2(kN/m2): 30  动荷载下构件允许延性比[*β*]: 1.0  楼梯混凝土等级: *C*30  楼梯纵筋级别: *HRB*400  恒载分项系数*γG*: 1.3  活载分项系数*γQ*: 1.5  活载组合值系数*ψc*: 0.7  活载准永久值系数*ψq*: 0.4  楼梯最小配筋率(%): 0.25  是否计算挠度: 是  挠度计算是否考虑踏步刚度的影响: 是  挠度控制系数 *L*0/: 200  输出详细的挠度计算过程: 是  是否计算裂缝: 是  最大裂缝限值(mm): 0.3  输出详细的裂缝计算过程: 是  输出内力图形: 是  裂缝计算依据《混凝土结构设计规范》*GB*50010-2010 |  |

二、计算依据:

《混凝土结构设计规范》*GB*50010-2010(2015年版)

《人民防空地下室设计规范》*GB*50038-2005

三、梯段板荷载计算:

梯段板倾斜角度: *α* = arctan(*d* / *a*)

= arctan(0.15 / 0.28)

= 28.2°

踏步处折算厚度: *e* = *d* / 2 + *t* / cos(*α*) = 0.15 / 2 + 0.12 / cos(28.2°) = 0.211 m

三角形踏步自重: *gk*1 = (*a* × *d* × *r*) / (2 × *a*) = (0.28 × 0.15 × 25) / (2 × 0.28) = 1.88 kN/m2

梯段板厚自重: *gk*2 = *t* × *r* / cos(*α*) = 0.12 × 25 / cos(28.2°) = 3.4 kN/m2

梯段面层自重: *gk*3 = (*a* + *d*) × *t*1 × *r*1/ *a* = (0.28 + 0.15) × 0.03 × 22/ 0.28 = 1.01 kN/m2

梯段底面抹灰自重: *gk*4 = *t*2 × *r*2 / cos(*α*) = 0.02 × 18 / cos(28.2°) = 0.41 kN/m2

栏杆自重: *gk*5 = *g*1 / (*B* × cos(*α*)) = 0.5 / (1.2 × cos(28.2°)) = 0.47 kN/m2

斜段恒载标准值总计:

*qD*1 = *gk*1 + *gk*2 + *gk*3 + *gk*4 + *gk*5 = 1.88 + 3.4 + 1.01 + 0.41 + 0.47 = 7.17 kN/m2

平段面层自重: *gk*6 = *t*1 × *r*1 = 0.03 × 22 = 0.66 kN/m2

平段底面抹灰自重: *gk*7 = *t*2 × *r*2 = 0.02 × 18 = 0.36 kN/m2

平段混凝土板自重: *gk*8 = *t* × *r* = 0.12 × 25 = 3 kN/m2

平段恒载标准值总计:

*qD*2 = *gk*5 + *gk*6 + *gk*7 + *gk*8 = 0.47 + 0.66 + 0.36 + 3 = 4.49 kN/m2

斜段正面人防荷载标准值: *qR*1 = *qe*1 / cos(*α*)2 = 60 / cos(28.2°)2 = 77.22 kN/m2

平段正面人防荷载标准值: *qR*2 = *qe*1 = 60 kN/m2

斜段反面人防荷载标准值: *qRf*1 = *qe*2 / cos(*α*)2 = 30 / cos(28.2°)2 = 38.61 kN/m2

平段反面人防荷载标准值: *qRf*2 = *qe*2 = 30 kN/m2

楼梯净跨: *Ln* = *L* + *L*1 + *L*2 = 2.24 + 1.5 + 1.5 = 5.24 m

楼梯计算跨度:

*L*0 = min{*Ln* + (*bA* + *bB*) /2, 1.05 × *Ln*} = min{5.24 + (0.2 + 0.2) /2, 1.05 × 5.24} = 5.44 m

四、荷载简图:

![](data:application/x-msmetafile;base64,)

图中标识:*G*-恒载 *Q*-活载 *R*-人防

五、计算结果:

单位说明: 弯 矩 kN.m(每米宽) 支座反力:kN(每米宽)

纵筋面积:mm2(每米宽)

裂 缝:mm 挠 度:mm

符号说明: Ø - *HPB*235 A - *HPB*300 B - *HRB*335 C - *HRB*400 D - *HRB*500

(1)以下是楼梯正面人防组合下的内力及配筋计算结果:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 项目 | *A*端支座 | 跨中 | *B*端支座 |
| *M*(人 防) | -144.1 | 234.9 | -144.1 |
| 支座反力 | 202.3 |  | 202.3 |
| 计算面积 | -1 | -1 | -1 |
| 实配钢筋 | \*\*\*\*\* | \*\*\*\*\* | \*\*\*\*\* |
| 实配面积 | -1 | -1 | -1 |

(2)以下是楼梯反面人防组合下的内力及配筋计算结果:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 项目 | *A*端支座 | 跨中 | *B*端支座 |
| *M*(人 防) | 53.6 | -87.0 | 53.6 |
| 支座反力 | 76.0 |  | 76.0 |
| 计算面积 | 1518 | -1 | 1518 |
| 实配钢筋 | C14@100 | \*\*\*\*\* | C14@100 |
| 实配面积 | 1539 | -1 | 1539 |

(3)以下是非人防组合下的内力、配筋计算结果:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 项目 | *A*端支座 | 跨中 | *B*端支座 |
| *M*(基 本) | -24.3 | 39.6 | -24.3 |
| *M*(准永久) | -13.8 | 22.6 | -13.8 |
| 支座反力 | 34.1 |  | 34.1 |
| 计算面积 | 772 | 1518 | 772 |
| 实配钢筋 | C10@100 | C14@100 | C10@100 |
| 实配面积 | 785 | 1539 | 785 |
| 裂缝(*mm*) | 0.115 | 0.108 | 0.115 |

最大裂缝: 0.115 mm ≤ 0.3 mm, 满足设计要求。

最大挠度: 38.1 mm, [*L*0/143] > [*L*0/200], 不满足设计要求！

六、裂缝计算:

受拉钢筋实配面积: *As* = 785 mm2

受拉钢筋等效直径: *deq* = 10 mm

受拉钢筋保护层厚度: *cs* = 15 mm

混凝土轴心抗拉强度标准值: *ftk* = 2.01 N/mm2

钢筋弹性模量: *Es* = 200000 N/mm2

截面有效高度: *h*0 = *h* - *cs* - *deq*/2 = 120 - 15 - 10/2 = 100 mm

按有效受拉混凝土截面面积计算的纵向受拉钢筋配筋率:

*ρte* = *As* / (0.5 × *b* × *h*) = 785 / (0.5 × 1000 × 120) = 0.0131

受拉钢筋的应力:

*σsq* = *Mq* / (0.87 × *As* × *h*0) = 13785000 / (0.87 × 785 × 100) = 201.84 N/mm2

*ψ* = 1.1 - 0.65 × *ftk* / (*ρte* × *σsq*) = 1.1 - 0.65 × 2.01 / (0.0131 × 201.84) = 0.6053

当*cs* < 20mm 时，取: *cs* = 20 mm

构件受力特征系数: *αcr* = 1.9

*Lm* = 1.9 × *cs* + 0.08 × *deq* / *ρte* = 1.9 × 20 + 0.08 × 10 / 0.0131 = 99.15 mm

*w* = *αcr* × *ψ* × *σsq* × *Lm* / *Es* = 1.9 × 0.6053 × 201.84 × 99.15 / 200000 = 0.115 mm

七、挠度计算:

板弹性挠度计算值: *f* = 11.99067 mm

混凝土轴心抗拉强度标准值: *ftk* = 2.01 N/mm2

混凝土弹性模量: *Ec* = 30000 N/mm2

钢筋弹性模量: *Es* = 200000 N/mm2

*h*0 = *t* - *c*2 - *d*/2 = 120 - 15 - 14/2 = 98 mm

准永久荷载组合弯矩: *Mq* = 22624000 N.mm

实配钢筋面积: *As* = 1539 mm2

受拉区纵筋应力: *σsq* = *Mq*/(0.87×*As*×*h*0) = 22624000/(0.87×1539×98) = 172.42 N/mm2

按有效受拉混凝土截面面积计算的纵向受拉钢筋配筋率:

*ρte* = *As*/(0.5×*b*×*h*) = 1539/(0.5×1000×120) = 0.0257

*ψ* = 1.1-0.65×*ftk*/(*ρte*×*σsq*) = 1.1-0.65×2.01/(0.0257×172.42) = 0.8046

钢筋弹性模量与混凝土弹性模量的比值:

*αE* = *Es* / *Ec* = 200000 / 30000 = 6.6667

受拉钢筋配筋率: *ρ* = *As*/(*b* × *h*0) = 1539/(1000 × 98) = 0.0157

受压钢筋配筋率: *ρ*' = 0

当 *ρ*' = 0 时， 取: *θ* = 2.0

考虑踏步刚度后的 *h*0 = 124 mm

采用荷载准永久组合时短期刚度: *Bs* = (*Es*×*As*×*h*02)/(1.15×*ψ*+0.2+6×*αE*×*ρ*)

= (200000×1539×1242)/(1.15×0.8046+0.2+6×6.6667×0.0157)

= 2718505000000 N.mm2

采用荷载准永久组合时长期刚度: *BL* = *Bs* / *θ* = 2718505000000 / 2 = 1359253000000 N.mm2

*EI* = *Ec* ×*b* × *t*3/ 12 = 30000 ×1000 × 1203/ 12 = 4320000000000 N.mm2

荷载长期作用影响下的挠度: *fL* = *f* × *EI* / *BL* = 11.99067 × 4320000000000 / 1359253000000 = 38.11 mm

八、内力图:

![](data:application/x-msmetafile;base64,)![](data:application/x-msmetafile;base64,)![](data:application/x-msmetafile;base64,)![](data:application/x-msmetafile;base64,)![](data:application/x-msmetafile;base64,)![](data:application/x-msmetafile;base64,)![](data:application/x-msmetafile;base64,)![](data:application/x-msmetafile;base64,)